PRELIMINARY SURVEY of *Eohaustorius estuarius* on the West Coast of Vancouver Island

November 2003

Environment Canada
Environnement Canada

Canada

Library and Archives Canada Cataloguing in Publication

Main entry under title: Preliminary Survey of Eohaustorius Estuarius on the West Coast of Vancouver Island

Author: Deanna Lee, Environment Canada

([Report] ; EPS 5/AT/3)
Issued also in French under title: Relevé préliminare de Eohaustorius estuarius sur la côte ouest de l'Île de Vancouver.

Includes an abstract in French.
Available also on the Internet.
Includes bibligraphical references.

ISBN 0-662-39746-0
Cat. no. En49-19/3E

1. Amphipoda – Habitat – British Columbia – Vancouver Island.
2. Toxicity testing – British Columbia – Vancouver Island.
3. Amphipoda – Effect of water pollution on.
4. Water quality bioassay.
5. Contaminated sediments – Toxicology.
I. Canada. Environment Canada. Pacific and Yukon Region.
II. Title.
III. Series : Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 5/AT/3.

QL444.M315.L33 2005 595.3'78 C2005-980089-5

For further information and specific questions, contact the Disposal at Sea Program, Marine Protection Program Division, Marine Environment Branch, Environment Canada.

Environment Canada
Marine Protection Programs
351 St. Joseph Boulevard, 12th floor
Gatineau, Quebec K1A 0H3
Telephone: (819) 953-4341
Fax: (819) 953-0913

Environment Canada
Disposal at Sea Program
Pacific and Yukon Region
Environmental Protection Branch
201 – 401 Burrard Street
Vancouver, BC V6C 3S5

© Her Majesty the Queen in Right of Canada (Environment Canada) 2005

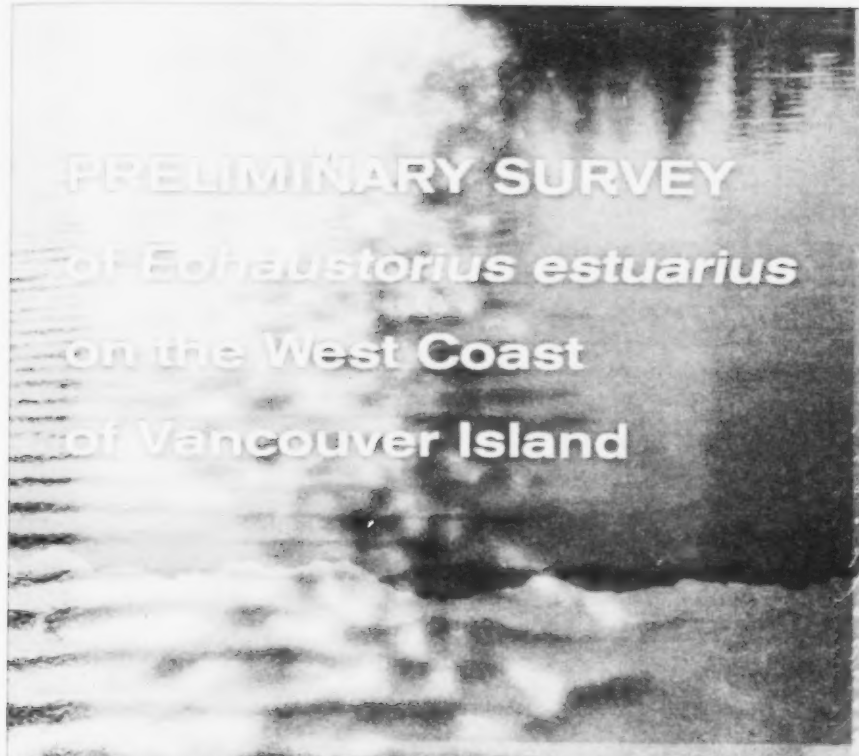
106-01742/

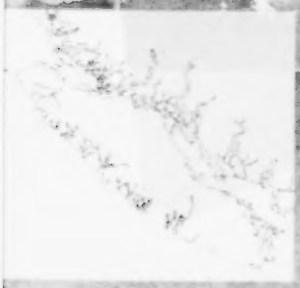
PRELIMINARY SURVEY

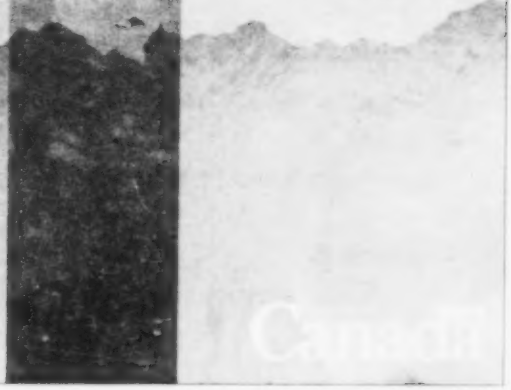
of *Eohaustorius estuarius*

on the West Coast

of Vancouver Island







Environment Canada Environnement Canada

Canada

Table of Contents

1.0 Introduction 1

2.0 Methods

2.1 Field Studies 2

2.1.1 Geographic Distribution 2

2.1.2 Population Studies 2

2.1.3 Field Collections 2

2.2 Laboratory Studies 3

2.2.1 Salinity Trials 3

2.2.2 Density Trials 3

2.3 Data Analysis 3

2.3.1 Field Studies 3

2.3.2 Laboratory Studies 4

3.0 Results

3.1 Field Studies 4

3.1.1 Geographic Distribution 4

3.2 Population Studies 5

3.3 Laboratory Studies 5

3.3.1 Salinity Trials 5

3.3.2 Density Trials 6

4.0 Discussion

4.1 Field Studies 7

4.2 Laboratory Studies 7

4.2.1 Salinity Trials 7

4.2.2 Density Trials 7

5.0 Recommendations 8

6.0 References 9

7.0 Acknowledgements 10

Appendix A

Figures and Photographs 11

Appendix B

Data Analyses 16

Eohaustorius estuarius

Abstract

This report details the results of preliminary field and laboratory studies conducted on the marine/estuarine amphipod *Eohaustorius estuarius*, which is widely used in sediment toxicity tests. The field work was conducted to:

- identify habitat characteristics (i.e. substrate type, environmental conditions) where this amphipod species is found;
- map out the local geographic distribution of *E. estuarius* on the west coast of Vancouver Island;
- identify potential collection sites where this amphipod species can be found in sufficient numbers to support collections for sediment testing purposes without impacting the population of the species; and
- determine whether *E. estuarius* can be collected successfully from the west coast of Vancouver Island for sediment testing purposes.

The objectives of the laboratory work were to:

- confirm that the salinity tolerance range of this amphipod population falls within the parameters cited in the literature for this species; and
- determine the density tolerance range of this species for shipping purposes.

The results of the field work indicate that there are a variety of suitable sites on the west coast of Vancouver Island where this amphipod species can be collected in numbers sufficient for testing purposes. Laboratory testing with this population of amphipods indicates that its salinity tolerance is acceptable for testing in a range from 0 to 30 ppt. This amphipod species was also found to have high survival rates at high densities for durations of at least 10 days. The amphipod's tolerance of high packing densities is advantageous, since mortality by overcrowding would not be expected when shipping these organisms to testing facilities. Since this amphipod coexists with *E. washingtonianus*, another closely related amphipod, positive identification to species is recommended, and steps should be taken to ensure that individuals of *E. washingtonianus* are not included in collections of *E. estuarius*.

Résumé

Le présent rapport donne les résultats détaillés d'études sur le terrain et en laboratoire effectuées sur l'amphipode marin et estuarien *Eohaustorius estuarius* qui est largement utilisé pour les essais de toxicité des sédiments. Les travaux sur le terrain ont été effectués afin de :

- déterminer les caractéristiques de l'habitat (type de substrat et conditions environnementales) où l'on retrouve cette espèce d'amphipode;
- cartographier la répartition géographique locale de *E. estuarius* sur la côte ouest de l'île de Vancouver;
- délimiter des sites de collecte où cet amphipode est suffisamment abondant pour alimenter des récoltes destinées à des essais de toxicité des sédiments, mais sans nuire à la population de l'espèce;
- déterminer la possibilité de prélever avec succès des *E. estuarius* de la côte ouest de l'île de Vancouver à des fins d'essais de toxicité des sédiments.

Les études en laboratoire avaient pour objectifs de :

- confirmer que la gamme de tolérance à la salinité de cette population d'amphipodes correspond à celle citée dans les publications pour cette espèce;
- déterminer la gamme de tolérance à la densité d'organismes de cette espèce aux fins de leur transport.

Les travaux sur le terrain montrent qu'il existe sur la côte ouest de l'île de Vancouver des sites diversifiés appropriés où cet amphipode peut être récolté en nombre suffisant pour la réalisation d'essais. Les travaux en laboratoire effectués sur cette population d'amphipodes indiquent que sa tolérance à la salinité permet de réaliser des essais dans une gamme de salinité allant de 0 à 30 parties par mille. On a aussi constaté que cette espèce d'amphipode présentait un taux de survie élevé à de fortes densités d'organismes pendant au moins dix jours. Cette tolérance s'avère avantageuse car on peut prévoir l'absence de mortalité due aux concentrations élevées d'organismes pendant le transport vers les laboratoires. Cet amphipode coexistant avec *E. washingtonianus*, un autre amphipode fortement apparenté, il est recommandé de procéder à une identification certaine de l'espèce et de prendre des mesures pour veiller à ce que des *E. washingtonianus* ne se retrouvent pas dans les récoltes de *E. estuarius*.

1.0 Introduction

Amphipods are found in both marine and freshwater environments. They are important intermediate links in the food chain; they act as scavengers on beaches and the ocean floor and are often the main food item for fish and other aquatic species. In addition to their ecological importance in the food web, amphipods have been used in sediment toxicity tests to evaluate sediment quality at contaminated sites, open water disposal sites and freshwater, estuarine and marine sites of interest.

The amphipod *Eohaustorius estuarius* is one of four marine or estuarine amphipod species approved for regulatory use in nationally accepted sediment toxicity test methods (Environment Canada 1992, 1998). Owing to this amphipod's sensitivity to contaminants, wide salinity tolerance range and tolerance of fine-grained sediments, it is often the species of choice when conducting sediment toxicity testing to evaluate marine or estuarine sediment quality. This amphipod species is used for regulatory and monitoring purposes under Part 7 of Division 3 of the *Canadian Environmental Protection Act, 1999*, in addition to other sediment evaluation frameworks. Since most environmental toxicity laboratories are being supplied with this test organism by U.S. suppliers, there is considerable interest in locating a Canadian collection site and/or source. The U.S. purchase price and the fees and requirements associated with transporting test organisms across borders are added incentives for locating Canadian collection sites.

In 2000, Environment Canada obtained *E. estuarius* from MacKenzie Beach, south of Tofino, for sediment evaluation purposes. Limited collections of this test organism from the west coast of Vancouver Island were made by Environment Canada, in 2001 and 2002 for toxicity testing purposes and this study was undertaken to determine the feasibility of collecting *E. estuarius* for testing purposes.

The objectives of this preliminary field study were to:

- identify habitat characteristics (i.e. substrate type, environmental conditions) where this amphipod species is found;
- map out the local geographic distribution of *E. estuarius* on the west coast of Vancouver Island;
- identify potential collection sites where this amphipod species can be found in sufficient numbers to support collections for sediment testing purposes without impacting the population of the species; and
- determine whether *E. estuarius* can be collected successfully from the west coast of Vancouver Island for sediment testing purposes.

The objectives of the laboratory studies were to:

- confirm that the salinity tolerance range of this amphipod population falls within the parameters cited in the literature for this species;
- determine the density tolerance range of this species; and
- determine whether *E. estuarius* collected from sites on the west coast of Vancouver Island shows the same sensitivities and responses as those of specimens obtained from Oregon.

The preliminary results of the last objective are presented elsewhere (Lee et al. 2002) and will be detailed in a subsequent report.

2.0 Methods

2.1 Field Studies

E. estuarius is known to occur in freshwater seeps found on intertidal sand beaches in central California, Oregon, Washington and British Columbia. In Canada, Bousfield and Hoover (1995) have identified specimens of this amphipod from intertidal seeps and rills over open and/or protected sand beaches on Vancouver Island and the Queen Charlotte Islands. To determine whether collections could be made in British Columbia, and taking into consideration the economic feasibility of making these collections, we focused our efforts on sites that are easily accessible on central Vancouver Island. Field visits to determine geographic distribution were conducted opportunistically in June, July and September 2002 and September 2003 while population studies and field collections were conducted in June, July and September 2002.

2.1.1 Geographic Distribution

Based on the presence of suitable drainages and substrates, potential collection sites along the west coast of central Vancouver Island, from Ucluelet northward to Tofino were identified using Canadian Hydrographic Chart 3685 and the Pacific Rim National Park 1:70 000 topographical map. Field visits were conducted opportunistically in June, July and September 2002 and September 2003. Where suitable freshwater drainages and substrate were identified and verified with field visits, *E. estuarius* was collected from the freshwater seeps. The amphipods were collected using a hand scoop and 500-µm stainless steel sieves or mesh screens. Each scoop of sand was wet sieved, and the amphipods retained on the sieve were examined. The salinity of the water was checked, and the collections were limited to the upper mid to high intertidal zone to ensure that *E. washingtonianus* and *E. sawyeri*, two closely related haustoriid amphipods. were not included in the counts. Reference specimens of both juvenile and adult forms were collected at each site, fixed in 10% buffered formalin and transferred to 70% ethanol prior to being sent to a qualified taxonomist for identification.

2.1.2 Population Studies

Populations were sampled in June, July and September 2002 using a systematic sample design at MacKenzie Beach and Middle Beach near Tofino. The drainage was marked out in 1-m segments. One 0.5-m^2 quadrat from each 1-m segment of the drainage was sampled, moving from one bank to the midsection of the drainage and then to the opposite bank in a diagonal pattern. For each plot, five 1-L scoops of sand were sampled from each quadrat, and the total number of *E. estuarius* from each 1-L volume of sand was counted. Habitat characteristics and physical parameters (e.g. substrate type, depositional area, non-depositional area, flow rates, water depth, temperature) were also recorded to determine whether drainage and substrate characteristics could be identified as covariates with amphipod distribution within the drainages. If amphipod distribution was correlated with drainage characteristics, such knowledge could reduce the amount of effort required to collect amphipods. Photographs of the drainages are included in Appendix A. The amphipod counts and field notes are included in Appendix B.

2.1.3 Field Collections

Field collections of *E. estuarius* were made following the population studies. Two other closely related amphipods, *E. washingtonianus* and *E. sawyeri*, and another amphipod, *Rhepoxynius abronius* may be found in the same geographic area as *E. estuarius*. *E. sawyeri*, however, is noted as being a southern species with limited distribution in British Columbia (Bousfield and Hoover 1995). *E. washingtonianus*

and *R. abronius* are found subtidally, but *E. washingtonianus* is known to co-occur with *E. estuarius* in salinities as low as 10 ppt (Bousfield and Hoover 1995) and *R. abronius* is found in saline waters ≥ 20 ppt while *E. estuarius* can survive in fresh, estuarine and marine waters from 0 to 35 ppt (Environment Canada 1992).

To ensure that only *E. estuarius* was captured for testing purposes, collections were restricted to freshwater portions of the drainages (i.e. the salinity of the overflowing water was 0 ppt). Furthermore, amphipods were held in fresh water collected from the drainage for at least 24 hours prior to acclimation to the desired test salinity. Acclimation was performed by adjusting the salinity of the water at a rate of 5 ppt per day until testing salinity (28 ppt) was reached. Holding organisms prior to testing also ensures that injured or unhealthy individuals can be separated from healthy individuals and are not used in testing. Reference specimens were also taken at the time of each collection and sent to a marine taxonomist for taxonomic verification prior to use in sediment testing. Distinguishing morphological characteristics used to identify the various species are detailed in Bousfield and Hoover (1995).

2.2 Laboratory Studies

Two laboratory studies were performed using amphipods collected in late June. The objectives of these two experiments were to verify the salinity tolerance range of this population of amphipods as cited in the literature and to help determine the optimal loading densities at which these organisms can be packed for shipping purposes. In both of these tests, the general methodology in Environment Canada (1992, 1998), with modifications, was followed to test responses to a range of salinities and densities.

2.2.1 Salinity Trials

A 10-day acute lethality test was conducted to verify that the salinity tolerance of the *E. estuarius* populations found on the west coast of Vancouver Island falls within specified salinity application limits set out in Environment Canada (1998).

Seven treatments were prepared, with salinities of 0, 5, 10, 15, 20, 25, and 30 ppt. Five laboratory replicates were tested in each of the treatments. A 2-cm layer of pre-sieved collection site sand was added to each test vessel. The jars were then filled with filtered Burrard Inlet seawater adjusted to the desired salinity. Salinity adjustment of test water was performed by either diluting natural seawater with deionized water or adding natural supersaturated brine to the seawater until the desired salinity was reached. Deionized water was used as test water in the 0 ppt treatment. The test containers were set up and allowed to equilibrate overnight, and the salinity of each test vessel was checked and adjusted, if necessary, prior to the introduction of the test organisms on the following day.

2.2.2 Density Trials

Environment Canada (1992, 1998) procedures were used with the only exception being that the number of test organisms used in each treatment varied. Five treatments with five replicates each of amphipod densities of 20, 30, 40, 50 or 60 amphipods per jar were tested.

2.3 Data Analysis

The data were analyzed using SYSTAT 10.2 (Systat Software Inc. 2002) and TOXSTAT (West Inc. and Gulley 1996).

2.3.1 Field Studies

For the field studies conducted at MacKenzie Beach and Middle Beach, the mean number of amphipods per quadrat from each plot and the total number of amphipods per 0.5-m^2 plot were recorded. The stream characteristics recorded for each sampling event were plotted against amphipod counts. Exploratory data analysis using scatterplot matrices was performed to determine whether there were any relationships between the number of amphipods found per plot and the other stream characteristics measured within a drainage.

2.3.2 Laboratory Studies

Mean survival results of the salinity and density experiments were tested for normality using the Shapiro-Wilk test, and homogeneity of variance was tested using Bartlett's test. One-way analyses of variance (ANOVA) followed by Bonferroni's pairwise comparison were performed on mean survival for both experiments to determine whether there were any statistically significant differences observed among the treatments (i.e. range of salinity between 0 and 30 ppt and increasing loading density in a standard volume of sediment ranging from 20 to 60 organisms per test vessel).

3.0 Results

3.1 Field Studies

3.1.1 Geographic Distribution

A portion of the study area is shown in Figure 1 (Appendix A). Suitable habitat where *E. estuarius* can be found in the study area includes drainages in the Long Beach Management Unit of Pacific Rim National Park at Florencia Bay (Lost Shoe Creek) and Wickinninish Bay (Sandhill Creek). Specimens of this amphipod were also collected from the freshwater drainage flowing through the Esowista Indian Reserve, although they did not appear to be as abundant there. To the north of the Long Beach Management Unit of Pacific Rim National Park, drainages outside of park boundaries with substantial freshwater flows that supported *E. estuarius* were located on Cox Bay, Chesterman Beach, MacKenzie Beach, Middle Beach and Tonquin Beach. Sites at Grice Bay, Ucluelet Inlet and the outer exposed coast near Ucluelet were also investigated. Intertidal habitat at Grice Bay and Ucluelet Inlet consisted of intertidal mudflats with small freshwater seepages, but the habitat proved to be inappropriate for this amphipod species. The outer exposed coast on the west side of the village of Ucluelet was also found to be unsuitable habitat for amphipods, as it consisted primarily of rocky coastline.

During the study and the collections made over the course of the year and in previous collection trips in 2000 and 2001, the isopod *Excirolana vancouverensis* was found to coexist with *E. estuarius* in freshwater drainages inundated by marine water in the mid littoral zone of the beach. *Excirolana* isopods are dominant, defining species in the mid zone of sandy beaches (Oakden, undated). When collections of *E. estuarius* were attempted in the lower reaches of the drainages in the mid littoral zones of the beach, *E. vancouverensis* was commonly observed, but the isopod was not observed in the high intertidal zone. During low tide, the isopods burrow into the top 1 cm of sediment. They leave the sand and swim rapidly in search of food when the beach becomes inundated with the tide (Oakden, undated). When amphipods were not allowed to burrow in sand and were held in water with *E. vancouverensis*, the isopods were observed to attack the ventral surface of the amphipods. Injured amphipods were then surrounded by the isopods and attacked in a feeding frenzy. The predatory nature of this isopod is consistent with that of other *Excirolana* isopods observed in Monterey Bay (Oakden, undated).

E. estuarius does not appear to be a strong swimmer. When sieved from the sand and placed in freshwater seeps or drainages, the amphipods tend to burrow in the sand as quickly as possible. If the water flow is too great to allow the amphipods to burrow, they drift with the current into shallow quiescent areas within the drainage or until they hit high spots in the drainages where they can burrow in the sand. Amphipods are also found in the wetted banks of the drainages outside of the freshwater flow where the substrate is moist and the air is saturated

with water. They may become trapped in these banks on the ebb tide until the sand beaches are inundated with seawater on the flood tide.

Grandifoxus grandis, a phoxocephalid amphipod, was also found to coexist with *E. estuarius* in the lower intertidal zone at MacKenzie Beach. *G. grandis* may be at the edge of its lower salinity tolerance range in the lower intertidal zone. These specimens were collected during a low ebb tide, and they may very well be more abundant subtidally. In this area, overflowing water had a salinity measurement of 2 ppt. *E. vancouverensis* was also observed in the lower intertidal zone.

With the exception of the upper reaches of the larger, more established freshwater creek beds found in Pacific Rim National Park (e.g. Lost Shoe Creek and Sandhill Creek), the drainage patterns of the freshwater drainages where *E. estuarius* is found change constantly due to the high-energy environment of the open exposed beaches. The freshwater drainage patterns change with weather, water flow and tide. Owing to the highly variable nature of the drainages, only general observations can be made with respect to amphipod distribution and abundance within the drainages investigated.

Based on the limited field surveys, populations of *E. estuarius* appear to be stable and in permanent freshwater drainages and can potentially be found in numbers sufficient for testing purposes from Lost Shoe Creek in Florencia Bay to the unnamed freshwater drainages in Middle Beach.

Collection of marine organisms within Pacific Rim National Park requires a collection permit from the park. Collection of marine organisms outside of the park boundaries requires a collection licence from Fisheries and Oceans Canada. A transplant permit is also required for the movement of fish or aquatic organisms within or outside the province of British Columbia. Laboratories receiving fish and/or aquatic organisms are also required to meet federal and provincial requirements for receiving, holding and disposing aquatic organisms.

3.2 Population Studies

The results of the amphipod counts made on MacKenzie Beach in June and the two collection trips made on Middle Beach in July and September 2002 were analyzed separately; however, the results obtained in each of the three sampling events were similar. Because we had no prior knowledge of the amphipod distributions within the drainages, a systematic sample design was used, and only limited statistical analyses could be performed on the data. Scatterplots of amphipod counts and all other parameters recorded were made to determine whether certain parts of the drainages can be identified as preferential amphipod habitat, thereby reducing sampling effort when making collections.

The exploratory data analysis scatterplots obtained from all three sampling exercises indicate that amphipod counts were higher in the lower reaches of the mid to high intertidal areas of the two drainages, with amphipod numbers decreasing towards the headwaters of the creek. The predatory isopod *E. vancouverensis* was also more abundant at the lower reaches of the drainage and showed the same distribution trend as *E. estuarius* at MacKenzie Beach. Isopods were not observed in the counts made at Middle Beach. This may be because counts at Middle Beach in July and September were conducted higher up the beach, closer to the headwaters of the drainage.

3.3 Laboratory Studies

3.3.1 Salinity Trials

U.S. EPA (1994) states a salinity tolerance range of 2–34 ppt and specifies an application limit of 0–34 ppt for the overlying water for *E. estuarius*. The results of testing conducted in this investigation are similar to the findings of DeWitt et al. (1989), who found that mean survival rates were consistently greater than 95% at all salinities tested (ranging from 2 to 28 ppt) in a series of 10-day sediment tests. Our experiment yielded similar results. Mean survival across the

salinities tested was 94.4 ± 3.8% and ranged from 89.0% to 99.0% in the 10-day sediment tests performed (Table 1).

TABLE 1: Results of 10-day amphipod salinity trials using *Eohaustorius estuarius* collected from the west coast of Vancouver Island

Test salinity (ppt)	Mean survival ± SD (%)
0	91.0 ± 2.2
5	92.0 ± 4.5
10	96.0 ± 5.5
15	89.0 ± 6.5
20	99.0 ± 2.2
25	98.0 ± 2.7
30	96.0 ± 2.2

The results of the testing indicate that this population can be used to test sediments with interstitial porewater salinity ranging from fresh water to full-strength seawater. The performance criterion for this test is mean control survival of 90% or better (Environment Canada 1992). The mean control survival of amphipods exposed to the 15 ppt seawater was 89%, which was slightly under the performance criterion for this test to be considered valid. Mean survival in the other treatments ranged from 91 to 99%. A one-way ANOVA on the data indicated that there were significant differences ($p = 0.003$) between the mean survivals observed in the treatments tested. The Bonferroni's pairwise comparison was performed on the data *post hoc*, and the results indicate significant differences in survival between the 15 ppt and 20 ppt treatments and between the 15 ppt and 25 ppt treatments. There were no significant differences in survival between the other treatments. A line plot of survival against salinity and Table 1 show lower survival in the less saline treatments and increasing survival in the more saline treatments, although the differences are not significant (with the exception of the 15 ppt treatment). A plot of the survival results for the individual laboratory replicates in each treatment shows variability that would be expected due to natural variation, with the exception of the 15 ppt treatment. Three of the replicates in the 15 ppt treatment showed decreased survival, suggesting that the decreased survival may be due to experimental error. The variability in survival results in the other treatments was more random than the variability exhibited in the 15 ppt treatment. Test conditions measured in the laboratory for all treatments (e.g. pH, temperature, dissolved oxygen, salinity) indicated that test conditions were within specified limits. The statistical analyses are included in Appendix B.

3.3.2 Density Trials

The results of the density trials (Table 2) show acceptable survival in all loading densities tested. Mean survival ranged from 91.7% to 96.0%, and the mean survival across all treatments was 93.3 ± 1.7%. Although amphipod survival was highest in the lowest density tested (20 organisms per test vessel), there was no statistical difference in amphipod survival between the density loading of 20 organisms and the other loadings tested here, as determined using a one-way ANOVA ($p = 0.695$). The results indicate that high survival, regardless of loading densities, can be achieved with this species for durations of at least 10 days at relatively high loading densities. The statistical analyses are included in Appendix B.

TABLE 2: Results of 10-day amphipod density trials using *Eohaustorius estuarius* collected from the west coast of Vancouver Island

Number of amphipods per test jar	Mean survival ± SD (%)
20	96.0 ± 4.2
30	92.0 ± 6.1
40	93.5 ± 8.0
50	93.2 ± 3.0
60	91.7 ± 1.7

4.0 Discussion

4.1 Field Studies

The results of the field studies verify that *E. estuarius* is found in freshwater seeps and drainages overlying intertidal sand on open, exposed sandy beaches. A limited area was investigated on the west coast of central Vancouver Island, from Ucluelet north to Tofino. Within the study area, *E. estuarius* was found in freshwater drainages in open, exposed sandy beaches, on the west side of central Vancouver Island from Pacific Rim National Park to Tofino but not in the freshwater drainages that drained into mudflats in the more protected sites investigated in Ucluelet Inlet and Grice Bay.

At the drainages where *E. estuarius* was found, amphipod abundance was higher in the lower reaches of the seeps or drainages investigated, which corresponds to the mid intertidal zone, than in the high intertidal zone near the headwaters of the drainages. Despite the presence of predatory isopods at the lower, more saline reaches of the drainages and possible increased competition with *E. washingtonianus* for suitable habitat and food, higher numbers of *E. estuarius* were recorded in the mid intertidal zone. This may be due to the presence of more detrital matter and other food sources moving seaward down the drainages. While attempts were made to identify habitat characteristics that may correlate to amphipod abundance, no strong correlations were found, with the exception of distance from the headwaters. Whether collections are feasible at the freshwater drainages where we have identified existing populations of *E. estuarius* is therefore based on personal experience in making field collections at uncontaminated, clean sites and the level of effort required to collect sufficient numbers of amphipods. Based on personal experience, sufficient numbers of amphipods can be collected from freshwater drainages located in Florencia Bay, Wickinninish Bay, Cox Bay, Chesterman Beach, MacKenzie Beach and Middle Beach; however, it should be noted that Florencia Bay and Wickinninish Bay are within the boundaries of the Long Beach Management Unit of Pacific Rim National Park.

4.2 Laboratory Studies

4.2.1 Salinity Trials

While it has been documented that *E. estuarius* can tolerate a wide range of salinities, limited testing has been completed with this particular population, so it was necessary to verify that the salinity application limit set out in Environment Canada (1998) would still hold true for this Canadian amphipod population. The test performed with the amphipod population collected from the west coast of Vancouver Island from Middle Beach and MacKenzie Beach showed that these populations, like those collected from other sources, can tolerate a wide range of salinities, as documented in U.S. EPA (1994) and Environment Canada (1992, 1998). Variability in survival results within the treatments was also low.

4.2.2 Density Trials

The density trial was performed to determine optimal packing densities that can be used when preparing test organisms for holding and shipping them to testing facilities. Containers that have been used to ship amphipods include food-grade 4-L polyethylene pails and rigid-sided 250- to 500-mL food-grade sandwich containers. The laboratory experiment indicates that the amphipods can be held in relatively high densities with little effect on survival. Typically, we have placed 50 amphipods per sandwich container for counting purposes and to prevent overcrowding; however, if the organisms are healthy, there do not appear to be any issues with overcrowding. The smaller containers are

preferred over the larger containers for ease of handling when shipping. Survival rate during transport from the field to receiving Environment Canada laboratories has been exceptionally high, with only the occasional mortality occurring per container.

5.0 Recommendations

Based on observations made during field collections, *E. estuarius* may be found between the low and high intertidal zone, but it appears to be more abundant in the mid intertidal zone. Food sources may be more readily available in the lower intertidal zone, but predation by *E. vancouverensis* and competition for habitat and food with other amphipod species, such as *E. washingtonianus* and *R. abronius*, in the lower intertidal/subtidal zone may limit their distribution in the lower reaches of the drainages. In the high intertidal zone, the presence of predatory isopods and other amphipod species is lacking, but food may be a limiting factor; *E. estuarius* abundance in the high intertidal zone is low.

Should the field portion of this study be repeated, many of the seep characteristics measured in this study can be eliminated; however, the length of the seep where the amphipod counts were made should be expanded to include the lower and mid intertidal zone.

Owing to the similarities between *E. estuarius* and *E. washingtonianus* and the fact that these amphipods coexist or can coexist in the lower reaches of the drainages, positive identification to species is recommended. If amphipods are being enumerated at the lower reaches of the drainages, this would require that species verification be made while the counts are being performed. This may not be practical, however, because of the amount of time that would be required to perform the identifications and the need to perform counts between tidal changes, since the flood tide causes re-sorting and redistribution of the sand. The isopod *E. vancouverensis* should also be enumerated, as the presence and abundance of this predatory isopod may also limit the distribution and abundance of *E. estuarius*.

If *E. estuarius* is being collected for sediment testing purposes, it is recommended that collections be restricted to the higher, freshwater reaches of the drainages to ensure pure collections of *E. estuarius*. If *E. estuarius* is collected in the lower reaches of the drainages, the amphipod should be held in fresh water for a period of time prior to seawater acclimation and testing to ensure that only *E. estuarius* is used in testing. Holding the amphipods will also reduce the possibility that amphipods that have suffered injury from predation by isopods are not used in testing. Taxonomic identification of reference specimens should be made by a qualified taxonomist, if the identity of the amphipods collected is in doubt. If amphipods are collected from sites where they have not been collected previously for sediment testing purposes, the sediment from the collection sites should also be chemically characterized to ensure that the test population is collected from a clean, uncontaminated site.

The laboratory studies with this population of amphipods confirmed the documented salinity tolerance range listed for this species, and results of the density trial indicate that the amphipod's survival is acceptable with high packing densities.

When sorting amphipods into packing containers, we observed that the amphipods tended to congregate at the bottom of the containers, despite the amount of sand placed in the containers. Based on this observation, it would be worthwhile to determine if the amphipods have a burrowing depth preference and whether this is related to factors such as food availability and sediment or water

temperature or whether they are stratifying within the sand column based on some other factor. To investigate this, cores can be taken in the field to determine the natural burrowing depth of the amphipods, and laboratory experiments using sand-filled columns could be conducted to determine if there is a preferred burrowing depth, if depth is not restricted to the 2-cm depth typically employed in standard amphipod acute lethality whole-sediment tests.

6.0 References

Bousfield, E.L. and P. Hoover. 1995. The amphipod superfamily Pontoporeioidea on the Pacific coast of North America. I. Family Haustoriidiae. Genus *Eohaustorius* J.L. Barnard: Systematics and distributional ecology. Amphipacifica 2(1):35–63.

DeWitt, T.H., R.C. Swartz and J.O. Lambertson. 1989. Measuring the acute toxicity of estuarine sediments. Environ. Toxicol. Chem. 8:1035–1048.

Environment Canada. 1992. Biological test method: Acute test for sediment toxicity using marine or estuarine amphipods. Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ontario. Report EPS 1/RM/26. December 1992, including October 1998 amendments.

Environment Canada. 1998. Biological test method: Reference method for determining acute lethality of sediment to marine or estuarine amphipods. Method Development and Application Section, Environmental Technology Centre, Environment Canada, Ottawa, Ontario. Report EPS 1/RM/35. December 1998.

Lee, D.L., K.G. Doe and G.C. van Aggelen. 2002. Assessment of sensitivities of two populations of the amphipod, *Eohaustorius estuarius* [poster presentation]. In Eichkoff, C.V., G.C. van Aggelen and A.J. Niimi (eds.), Proceedings of the 29th annual aquatic toxicity workshop: October 21–23, 2002, Whistler, British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2438:139.

Oakden, J. Undated. Sandy beaches. *In* Monterey Bay National Marine Sanctuary site characterization (available at: http://bonita.mbnms.nos.noaa.gov/sitechar/sandy3.html).

SYSTAT Software Inc. 2002. SYSTAT 10.2. Richmond, California.

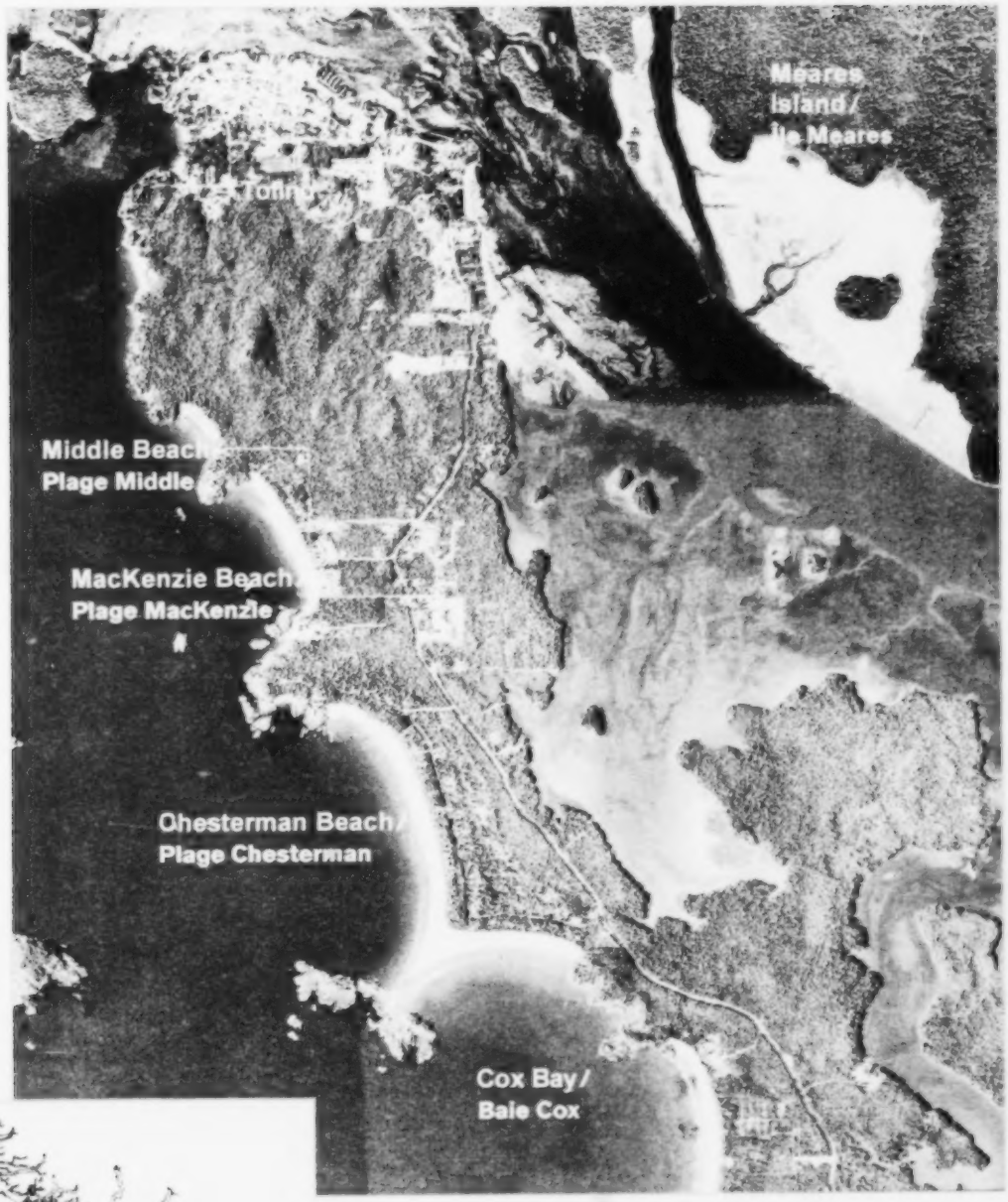
U.S. EPA. 1994. Methods for assessing the toxicity of sediment-associated contaminants with estuarine and marine amphipods. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Narragansett, Rhode Island. Report EPA 600/R-94/025. June 1994.

West Inc. and D. Gulley. 1996. TOXSTAT version 3.5. Western EcoSystems Technology Inc. Cheyenne, Wyoming.

7.0 Acknowledgements

This study was done in conjunction with other studies funded by the Ocean Disposal Research Fund administered through the Marine Protection Programs Division of the Marine Environment Branch of Environment Canada. John Macintosh and Silva Johansson of Parks and Heritage Canada provided maps and other information on the Long Beach area of Pacific Rim National Park and are thanked accordingly. Cecilia Wong, Dixie Sullivan and Jonathon Malko of Environment Canada, Pacific and Yukon Region, assisted in the field surveys. Verification of the identification of amphipods and other marine invertebrates was performed by Phil Hoover of Biologica Environmental Services, Victoria, B.C., and additional identification of amphipods (*G. grandis*) and verification of *E. estuarius* specimens from Tonquin Beach were made by Patrick Shaw of Environment Canada. Toxicity testing done in support of this study was performed by the environmental toxicology staff at Environment Canada, Pacific Environmental Science Centre, North Vancouver, B.C. Dr. Bruce Leaman of the International Pacific Halibut Commission is thanked for his advice on the field study and data analyses and for his review of the report. This report was also reviewed by Linda Porebski, Ken Doe and Al Colodey of Environment Canada.

Appendix A: Figures and Photographs



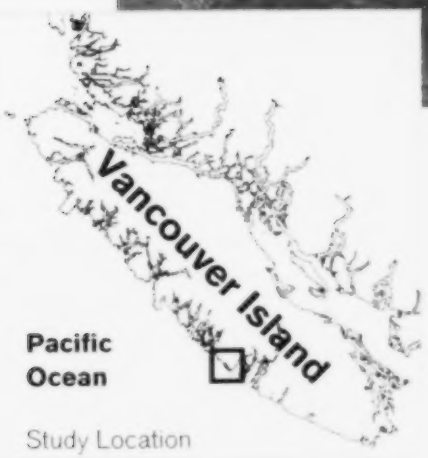


FIGURE 1: Northern portion of the study area and collection sites on the west coast of Vancouver Island.

Appendix A: Figures and Photographs

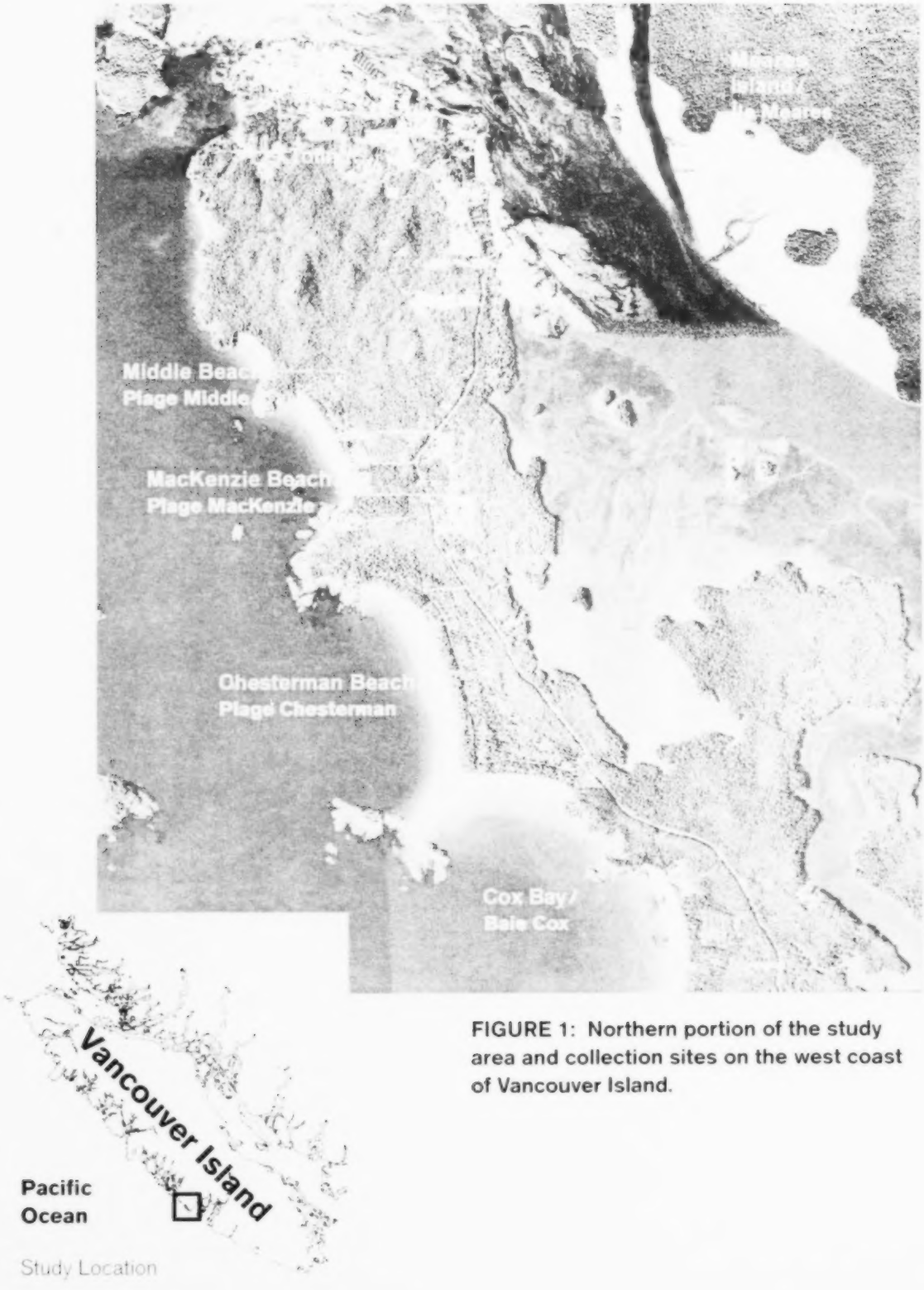


FIGURE 1: Northern portion of the study area and collection sites on the west coast of Vancouver Island.

Photo: © Stewart Yee, Environment Canada

FIGURE 2: Adult *Eohaustorius estuarius*.

Photo: © Deanna Lee, Environment Canada

FIGURE 3: *Eohaustorius estuarius* is typically found in freshwater drainages overflowing intertidal sand.

Photo: © Deanna Lee, Environment Canada

FIGURE 4: Sandhill Creek in Wickaninnish Bay in Pacific Rim National Park. This is the largest freshwater drainage in the study area supporting abundant populations of *E. estuarius*.

Photo: © Deanna Lee, Environment Canada

FIGURE 5: The lower reaches of the freshwater seeps where this species of amphipod is found tend to be low energy drainages with low flows that fan out over intertidal sand.

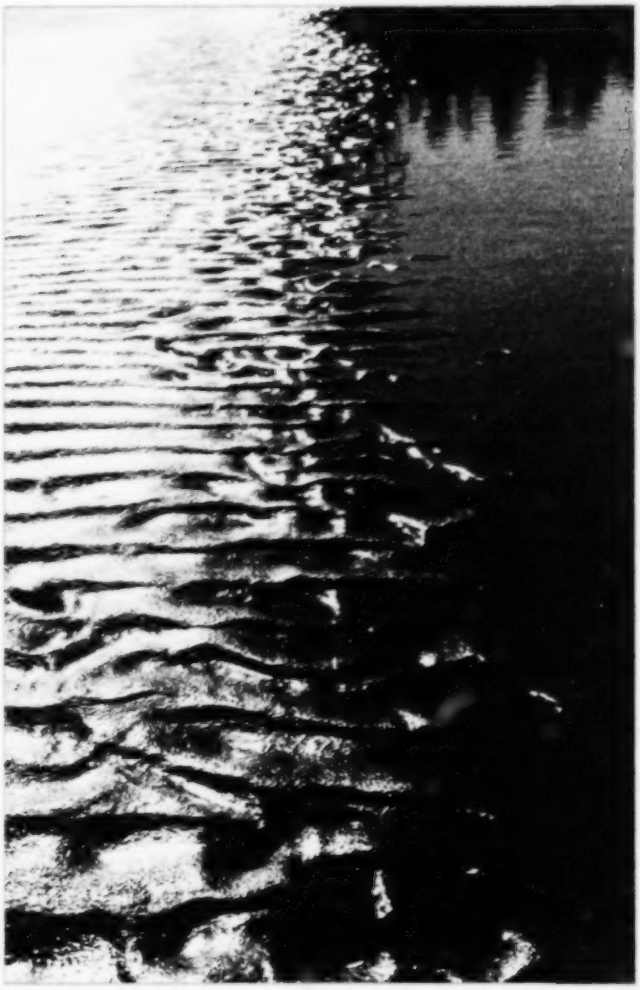


Photo: © Cecilia Wong, Environment Canada

FIGURE 6: ***E. estuarius*** **is found in rills of water saturated sand. They are not strong swimmers and tend to get pushed with the current until they hit high spots in water saturated sand or depositional areas or bends in freshwater drainages where they can burrow.**

Photo: © Deanna Lee, Environment Canada

FIGURE 7: Freshwater drainages were marked off and the number of amphipods per 5 1L scoops/0.5 m-square plot were enumerated to estimate amphipod numbers. 'Headwaters' of freshwater drainages are typically comprised of sand overlain with gravel and cobble. In the lower reaches of the drainages, this species co-exists with another closely related Eohaustoriid amphipod, *Eohaustorius washingtonianus* and the isopod, *Excircolana vancouverensis* in parts of the drainages which are inundated with marine water.

Photo: © Dave Sullivan, Environment Canada

FIGURE 8: Amphipods are hand-sieved out of the sand and hand-sorted using a pipette. Here, specimens are being collected for identification purposes.

Appendix B: Data Analyses

For copies of Appendix B, contact:

Environment Canada
Marine Protection Programs
351 St. Joseph Boulevard, 12th floor
Gatineau, Quebec K1A 0H3
Telephone: (819) 953-4341
Fax: (819) 953-0913

For further information and specific questions, contact the author:

Deanna L. Lee
Environment Canada
Pacific and Yukon Region
Environmental Protection Branch
201 – 401 Burrard Street
Vancouver, BC V6C 3S5
E-mail: deanna.lee@ec.gc.ca

Environmental Protection Series

EPS / 1 / CC / 4

- 4 — Report number with the qualifier EPS 1/CC/4
- CC — Subject Area Code
- 1 — Report Category
- EPS — Environmental Protection Series

Categories

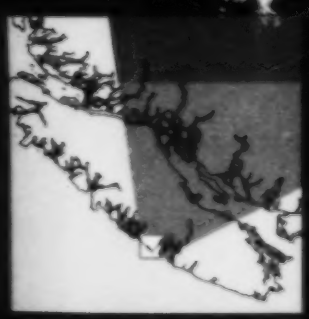
1 Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2 Problem Assessment and Control Options
3 Research and Technology
4 Literature Reviews
5 Surveys
6 Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7 Surveillance
8 Policy Proposals and Statements
9 Manuals

Subjects

AG	Agriculture
AN	Anaerobic Technology
AP	Airborne Pollutants
AT	Aquatic Toxicity
BT	Biotechnology
CC	Commercial Chemicals
CE	Consumers and the Environment
CI	Chemical Industries
FA	Federal Activities
FP	Food Processing
HA	Hazardous Wastes
IC	Inorganic Chemicals
MA	Marine Pollutants
MM	Mining and Ore Processing
NR	Northern and Rural Regions
PF	Paper and Fibres
PG	Power Generation
PN	Petroleum and Natural Gas
RA	Refrigeration and Air Conditioning
RM	Reference Methods
SF	Surface Finishing
SP	Oil and Chemical Spills
SRM	Standard Reference Methods
TS	Transportation Systems
TX	Textiles
UP	Urban Pollution
WP	Wood Protection/Preservation

New subjects and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0H3, Canada

RELEVÉ PRÉLIMINAIRE de *Eohaustorius estuarius* sur la côte ouest de l'île de Vancouver



Novembre 2003

Environnement Canada Environment Canada

Canada

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Vedette principale au titre : Relevé préliminare de Eohaustorius estuarius sur la côte ouest de l'Ile de Vancouver

Auteure : Deanna Lee, Environnement Canada

([Rapport] ; SPE 5/AT/3)
Publ. aussi en anglais sous le titre : Preliminary Survey of Eohaustorius estuarius on the West Coast of Vancouver Island.

Comprend des références bibliographiques.
Comprend un résumé en anglais.
Disponible aussi sur l'Internet.

ISBN 0-662-79389-7
N° de cat. En49-19/3F

1. Amphipodes – Habitat – Colombie-Britannique – Vancouver, Ile de.
2. Toxicité – Colombie-Britannique – Vancouver, Ile de.
3. Amphipodes – Effet de la pollution de l'eau sur.
4. Eau – Qualité – Essais.
5. Sédiments contaminés – Toxicologie.
I. Canada. Environnement Canada. Région du Yukon et du Yukon.
II. Titre.
III. Coll. : Rapport (Canada. Environnement Canada) ; SPE 5/AT/3.

QL444.M315.L33 2005 595.3'78 C2005-980090-9

Pour de plus amples informations et questions spécifiques, veuillez vous adresser au Programme d'immersion en mer, Division des programmes de protection du milieu marin, Direction du milieu marin, Environnement Canada.

Environnement Canada
Programmes de protection du milieu marin
351 boulevard St-Joseph, 12e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : (819) 953-4341
Télécopieur : (819) 953-0913

Environnement Canada
Programmes de protection du milieu marin
Région du Pacifique et du Yukon
Direction de la protection de l'environnement
201 – 401 rue Burrard
Vancouver (C.-B.) V6C 3S5

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Environnement Canada) 2005

RELEVE PRELIMINAIRE

de *Eohaustorius estuarius*

sur la côte ouest

de l'île de Vancouver

Environnement Canada Environment Canada

Table des matières

1.0 Introduction 1

2.0 Méthodes

2.1 Études sur le terrain 2
2.1.1 Répartition géographique 2
2.1.2 Études des populations 2
2.1.3 Collectes 2
2.2 Études en laboratoire 3
2.2.1 Essais de salinité 3
2.2.2 Essais de densité 3
2.3 Analyse des données 3
2.3.1 Études sur le terrain 3
2.3.2 Études en laboratoire 4

3.0 Résultats

3.1 Études sur le terrain 4
3.1.1 Répartition géographique 4
3.2 Études des populations 5
3.3 Études en laboratoire 5
3.3.1 Essais de salinité 5
3.3.2 Essais de densité 6

4.0 Discussion

4.1 Études sur le terrain 7
4.2 Études en laboratoire 7
4.2.1 Essais de salinité 7
4.2.2 Essais de densité 7

5.0 Recommandations 8

6.0 Bibliographie 9

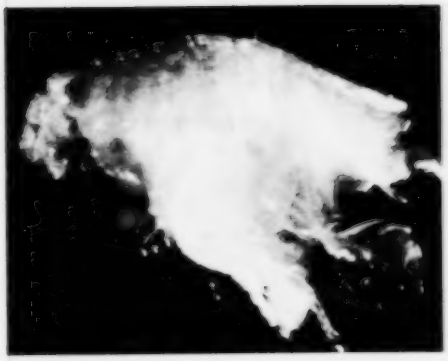
7.0 Remerciements 10

Annexe A

Figures et photographies 11

Annexe B

Analyses des données 16



Eohaustorius estuarius

Résumé

Le présent rapport donne les résultats détaillés d'études sur le terrain et en laboratoire, effectuées sur l'amphipode marin et estuarien *Eohaustorius estuarius* qui est largement utilisé pour les essais de toxicité des sédiments. Les travaux sur le terrain ont été effectués afin de :

- déterminer les caractéristiques de l'habitat (type de substrat et conditions environnementales) où l'on retrouve cette espèce d'amphipode;
- cartographier la répartition géographique locale de *E. estuarius* sur la côte ouest de l'île de Vancouver;
- délimiter des sites de collecte où cet amphipode est suffisamment abondant pour alimenter des récoltes destinées à des essais de toxicité des sédiments, mais sans nuire à la population de l'espèce;
- déterminer la possibilité de prélever avec succès des *E. estuarius* de la côte ouest de l'île de Vancouver à des fins d'essais de toxicité des sédiments.

Les études en laboratoire avaient pour objectifs de :

- confirmer que la gamme de tolérance à la salinité de cette population d'amphipodes correspond à celle citée dans les publications pour cette espèce;
- déterminer la gamme de tolérance à la densité d'organismes de cette espèce aux fins de leur transport.

Les travaux sur le terrain montrent qu'il existe sur la côte ouest de l'île de Vancouver des sites diversifiés appropriés où cet amphipode peut être récolté en nombre suffisant pour la réalisation d'essais. Les travaux en laboratoire effectués sur cette population d'amphipodes indiquent que sa tolérance à la salinité permet de réaliser des essais dans une gamme de salinité allant de 0 à 30 parties par mille. On a aussi constaté que cette espèce d'amphipode présentait un taux de survie élevé à de fortes densités d'organismes pendant au moins dix jours. Cette tolérance s'avère avantageuse car on peut prévoir l'absence de mortalité due aux concentrations élevées d'organismes pendant le transport vers les laboratoires. Cet amphipode coexistant avec *E. washingtonianus*, un autre amphipode fortement apparenté, il est recommandé de procéder à une identification certaine de l'espèce et de prendre des mesures pour veiller à ce que des *E. washingtonianus* ne se retrouvent pas dans les récoltes de *E. estuarius*.

Abstract

This report details the results of preliminary field and laboratory studies conducted on the marine/estuarine amphipod *Eohaustorius estuarius*, which is widely used in sediment toxicity tests. The field work was conducted to:

- identify habitat characteristics (i.e. substrate type, environmental conditions) where this amphipod species is found;
- map out the local geographic distribution of *E. estuarius* on the west coast of Vancouver Island;
- identify potential collection sites where this amphipod species can be found in sufficient numbers to support collections for sediment testing purposes without impacting the population of the species; and
- determine whether *E. estuarius* can be collected successfully from the west coast of Vancouver Island for sediment testing purposes.

The objectives of the laboratory work were to:

- confirm that the salinity tolerance range of this amphipod population falls within the parameters cited in the literature for this species; and
- determine the density tolerance range of this species for shipping purposes.

The results of the field work indicate that there are a variety of suitable sites on the west coast of Vancouver Island where this amphipod species can be collected in numbers sufficient for testing purposes. Laboratory testing with this population of amphipods indicates that its salinity tolerance is acceptable for testing in a range from 0 to 30 ppt. This amphipod species was also found to have high survival rates at high densities for durations of at least 10 days. The amphipod's tolerance of high packing densities is advantageous, since mortality by overcrowding would not be expected when shipping these organisms to testing facilities. Since this amphipod coexists with *E. washingtonianus*, another closely related amphipod, positive identification to species is recommended, and steps should be taken to ensure that individuals of *E. washingtonianus* are not included in collections of *E. estuarius*.

1.0 Introduction

Les amphipodes se rencontrent dans les milieux marins et dulcicoles et sont d'importants intermédiaires de la chaîne alimentaire. Ce sont des détritivores présents sur les plages et les fonds marins où ils constituent souvent la principale proie des poissons et d'autres organismes aquatiques. En plus de leur importance écologique au sein du réseau trophique, les amphipodes ont été utilisés pour les essais de toxicité des sédiments qui servent à déterminer la qualité des sédiments dans les sites contaminés, les sites d'immersion en mer et les sites dulcicoles, estuariens ou marins d'intérêt particulier.

L'amphipode *Eohaustorius estuarius* est l'une des quatre espèces d'amphipodes marins ou estuariens dont l'utilisation est approuvée pour l'application de méthodes d'essais de toxicité des sédiments reconnues à l'échelle nationale à des fins réglementaires (Environnement Canada 1992, 1998). La sensibilité aux contaminants de cet amphipode, sa tolérance à une large gamme de salinité et sa tolérance aux sédiments fins en font souvent l'espèce de choix pour les essais de toxicité des sédiments destinés à évaluer la qualité de sédiments marins ou estuariens. Cette espèce est utilisée à des fins de réglementation et de surveillance conformément à la section 3 de la partie 7 de *la Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999* ainsi que dans le cadre d'autres procédures d'évaluation des sédiments. Comme la plupart des laboratoires d'essais de toxicité environnementale reçoivent cet organisme d'essai de fournisseurs américains, l'obtention d'un site de collecte ou d'une source au Canada présente un très grand intérêt. Le coût d'achat aux États-Unis, auquel s'ajoutent les frais et les exigences connexes au transport, incitent encore plus à trouver des sites de collecte au Canada.

En 2000, Environnement Canada a obtenu des *E. estuarius* provenant de la plage MacKenzie, située au sud de Tofino, pour l'évaluation de sédiments. Des collectes limitées de cet organisme d'essai ont été réalisées par Environnement Canada en 2001 et 2002 sur la côte ouest de l'île de Vancouver à des fins d'essais de toxicité des sédiments et la présente étude a été entreprise dans le but de déterminer la faisabilité de la récolte de *E. estuarius* à des fins d'essais.

Cette étude préliminaire sur le terrain avait pour objectifs de :

- déterminer les caractéristiques de l'habitat (type de substrat et conditions environnementales) où l'on retrouve cette espèce d'amphipode;
- cartographier la répartition géographique locale de *E. estuarius* sur la côte ouest de l'île de Vancouver;
- délimiter des sites de collecte où cet amphipode est suffisamment abondant pour alimenter des récoltes destinées à des essais de toxicité des sédiments, mais sans nuire à la population de l'espèce;
- déterminer la possibilité de prélever avec succès des *E. estuarius* de la côte ouest de l'île de Vancouver à des fins d'essais de toxicité des sédiments.

Les études en laboratoire avaient pour objectifs de :

- confirmer que la gamme de tolérance à la salinité de cette population d'amphipodes correspond à celle citée dans les publications pour cette espèce;
- déterminer la gamme de tolérance à la densité d'organismes de cette espèce;
- déterminer si les *E. estuarius* prélevés dans les sites de la côte ouest de l'île de Vancouver présentent la même sensibilité et les mêmes réactions que les spécimens provenant de l'Orégon.

Les résultats préliminaires obtenus pour le dernier objectif sont donnés dans une autre publication (Lee et al., 2002) et seront présentés de façon détaillée dans un rapport ultérieur.

2.0 Méthodes

2.1 Études sur le terrain

E. estuarius se rencontre dans les zones de résurgence d'eau douce des plages de sable intertidales du centre de la Californie, de l'Orégon, de Washington et de la Colombie-Britannique. Au Canada, Bousfield et Hoover (1995) ont identifié des spécimens de cet amphipode dans les zones de résurgence et les ruisselets de plages de sable intertidales dégagées ou protégées de l'île de Vancouver et des îles de la Reine-Charlotte. Afin de déterminer si des collectes pouvaient être faites en Colombie-Britannique, en tenant compte de leur faisabilité économique, nous avons concentré nos travaux sur des sites facilement accessibles de la côte centrale de l'île de Vancouver. Des visites ayant pour but de déterminer la répartition géographique des amphipodes ont été effectuées en fonction des disponibilités en juin, juillet et septembre 2002 et en septembre 2003. Les études de population et les collectes ont été effectuées en juin, juillet et septembre 2002.

2.1.1 Répartition géographique

Des sites de collecte appropriés le long de la côte centrale ouest de l'île de Vancouver, de Ucluelet en remontant au nord vers Tofino, ont été repérés en recherchant les zones de drainage et les substrats appropriés sur la carte hydrographique canadienne 3685 et la carte topographique au 1:70 000 du parc national Pacific Rim. Des visites ont été effectuées selon les disponibilités en juin, juillet et septembre 2002 et en septembre 2003. Les zones de drainage d'eau douce et les substrats appropriés identifiés ont fait l'objet de visites et des *E. estuarius* ont été prélevés dans les zones de résurgence d'eau douce. Les collectes ont été réalisées à l'aide d'une pelle à main et d'un tamis en acier inoxydable ou à mailles de 500 µm. Chaque prélèvement a été tamisé par voie humide et les amphipodes retenus ont été examinés. La salinité de l'eau a été déterminée et les collectes ont été limitées à la demie supérieure de la zone intertidale pour éviter que des spécimens de *E. washingtonianus* et de *E. sawyeri*, deux amphipodes haustoriidés très apparentés, ne soient inclus aux dénombrements.

Des spécimens de référence de juvéniles et d'adultes ont été prélevés à chaque site, fixés dans du formaldéhyde à 10 % tamponné et ensuite placés dans de l'éthanol à 70 % avant d'être expédiés à un taxonomiste qualifié.

2.1.2 Études des populations

Les populations des plages MacKenzie et Middle, à proximité de Tofino, ont été échantillonnées en juin, juillet et septembre 2002 en utilisant un plan systématique. La zone de drainage a été délimitée en segments de 1 mètre. Les prélèvements ont été réalisés dans des quadrats de 0,5 m^2, un par segment, en se déplaçant, en diagonale, d'une extrémité de la zone de drainage vers le centre et, ensuite, vers l'autre extrémité. Cinq prélèvements de sable de 1 litre ont été effectués dans chaque quadrat de chaque parcelle et le nombre total de *E. estuarius* de chaque volume de 1 litre a été déterminé. Les caractéristiques de l'habitat et les paramètres physiques (p. ex., type de substrat, zone de dépôt ou non et débit, profondeur et température de l'eau) ont aussi été notés afin de déterminer si les caractéristiques de la zone de drainage et du substrat pouvaient être des covariables de la répartition des amphipodes au sein des zones de drainage. L'existence d'une corrélation entre la répartition des amphipodes et les caractéristiques de la zone de drainage permettrait de réduire les efforts nécessaires à la collecte des amphipodes. Des photographies des zones de drainage sont présentées dans l'annexe A et les dénombrements d'amphipodes et les notes de terrain sont présentés dans l'annexe B.

2.1.3 Collectes

Des collectes de *E. estuarius* ont été faites après les études de populations. Deux autres amphipodes très apparentés, *E. washingtonianus* et *E. sawyeri*, ainsi qu'un autre amphipode, *Rhepoxynius abronius*, peuvent être présents dans les mêmes zones que *E. estuarius*. Il est cependant à noter que *E. sawyeri* est considéré comme une espèce plus méridionale dont l'aire de répartition est limitée en

Colombie-Britannique (Bousfield et Hoover 1995). *E. washingtonianus* et *R. abronius* se rencontrent dans les zones infratidales, mais *E. washingtonianus* se rencontre aussi avec *E. estuarius* dans des eaux de salinité aussi faible que 10 parties par mille (Bousfield et Hoover 1995) et *R. abronius* se rencontre dans des eaux salées, ≥ 20 parties par mille, tandis que *E. estuarius* peut survivre dans les eaux douces, estuariennes et marines de 0 à 35 parties par mille (Environnement Canada, 1992).

Les collectes ont été limitées aux parties d'eau douce des zones de drainage (où la salinité de l'eau de débordement était de 0 partie par mille) afin de garantir que seuls des *E. estuarius* soient capturés pour les essais. Les amphipodes ont ensuite été placés pendant 24 heures dans de l'eau douce provenant de la zone de drainage avant d'être acclimatés à la salinité choisie pour les essais. L'acclimatation a été effectuée en augmentant la salinité de l'eau de 5 parties par mille par jour jusqu'à ce que la valeur souhaitée pour les essais (28 parties par mille) soit atteinte. La rétention des organismes avant les essais permet de s'assurer que les individus blessés ou malades soient séparés des individus sains et ne soient donc pas utilisés pour les essais. Des spécimens de référence ont aussi été prélevés au moment de chaque collecte et expédiés à un taxonomiste spécialiste des organismes marins pour vérification avant les essais de toxicité des sédiments. Les caractéristiques morphologiques distinctives des diverses espèces sont présentées de façon détaillée dans Bousfield et Hoover (1995).

2.2 Études en laboratoire

Deux études en laboratoire ont été réalisées avec les amphipodes prélevés à la fin de juin. Ces deux expériences avaient pour objectifs de comparer la gamme de tolérance à la salinité de cette population d'amphipodes avec celle citée dans les publications et de déterminer la densité optimale d'organismes pour leur transport. On a utilisé, pour ces deux essais, la méthode générale d'Environnement Canada (1992, 1998), quelque peu modifiée, pour déterminer les réactions à une gamme de salinités et de densités.

2.2.1 Essais de salinité

Un essai de létalité aiguë de 10 jours a été effectué pour confirmer que la tolérance à la salinité des populations de *E. estuarius* de la côte ouest de l'île de Vancouver se situait dans les limites autorisées pour les utilisations présentées dans Environnement Canada (1998).

Sept essais ont été réalisés, en cinq exemplaires, à des salinités de 0, 5, 10, 15, 20, 25 et 30 parties par mille. Une couche de 2 cm de sable tamisé provenant du lieu de collecte a été placée dans chaque bocal d'essai qui a ensuite été rempli avec de l'eau de mer filtrée provenant de l'inlet Burrard et dont la salinité a été ajustée à la valeur souhaitée. La salinité souhaitée était obtenue en diluant l'eau de mer avec de l'eau désionisée ou en lui ajoutant de la saumure sursaturée jusqu'à obtention de la valeur désirée. De l'eau désionisée a été utilisée pour l'essai à 0 partie par mille de salinité. Après leur préparation, les bocaux étaient laissés en place pendant 24 heures pour permettre aux conditions de s'équilibrer. La salinité de chacun a ensuite été vérifiée et corrigée au besoin avant l'introduction des organismes d'essai le jour suivant.

2.2.2 Essais de densité

Les procédures d'Environnement Canada (1992, 1998) ont été utilisées, mais on a fait varier le nombre d'organismes pour chaque essai. Cinq essais, en cinq exemplaires, ont été effectués à des densités d'amphipodes de 20, 30, 40, 50 ou 60 individus par bocal.

2.3 Analyse des données

Les données ont été analysées à l'aide des programmes SYSTAT 10.2 (Systat Software Inc., 2002) et TOXSTAT (West Inc. et Gulley, 1996).

2.3.1 Études sur le terrain

Pour les études sur le terrain effectuées aux plages MacKenzie et Middle, on a noté le nombre moyen d'amphipodes par quadrat de chaque parcelle et le nombre total d'amphipodes par parcelle de 0,5 m^2. Les caractéristiques des eaux d'écoulement notées au moment de chaque prélèvement ont été reportées en fonction du nombre d'amphipodes. Une analyse exploratoire des données par matrices de diagrammes de dispersion a été effectuée pour déterminer l'existence de relations entre le nombre

d'amphipodes obtenus par parcelle et d'autres caractéristiques de l'eau de la zone de drainage.

2.3.2 Études en laboratoire

La normalité des taux de survie moyens obtenus des essais sur la salinité et la densité a été vérifiée par le test de Shapiro-Wilk et l'homogénéité de la variance l'a été par le test de Bartlett. Une analyse de la variance (ANOVA) à un critère suivie d'une comparaison par paires de Bonferroni portant sur les taux de survie moyens des deux expériences ont été réalisées pour déterminer l'existence d'écarts statistiques significatifs entre les essais (gamme de salinité de 0 à 30 parties par mille et augmentation de la densité dans un volume standard de sédiments allant de 20 à 60 organismes par bocal).

3.0 Résultats

3.1 Études sur le terrain

3.1.1 Répartition géographique

Une partie de la zone d'étude est présentée dans la figure 1 (annexe A). Les habitats de la zone d'étude où se trouvent des *E. estuarius* sont représentés par des zones de drainage de l'unité de gestion de la plage Long du parc national Pacific Rim à la baie Florencia (ruisseau Lost Shoe) et à la baie Wickinninish (ruisseau Sandhill). Des spécimens de cet amphipode ont aussi été récoltés dans la zone de drainage d'eau douce s'écoulant dans la réserve indienne de Esowista, mais l'amphipode n'y semblait pas abondant. Des zones de drainage situées à l'extérieur du parc national, au nord de l'unité de gestion de la plage Long, et où des écoulements d'eau douce appréciables abritaient des *E. estuarius* ont été trouvées à la baie Cox ainsi qu'aux plages Chesterman, MacKenzie, Middle et Tonquin. Des sites situés à la baie Grice, à l'inlet Ucluelet et sur la côte exposée externe à proximité d'Ucluelet ont aussi été étudiés. L'habitat intertidal de la baie Grice et de l'inlet Ucluelet est constitué de vasières intertidales à petites zones de résurgence d'eau douce, mais il ne convenait pas à cette espèce d'amphipode. La côte extérieure exposée de la partie ouest du village d'Ucluelet ne constituait pas non plus un habitat favorable aux amphipodes car elle est surtout rocheuse.

Il a été noté, au cours de l'étude et des collectes faites pendant l'année et des collectes de 2000 et de 2001, que l'isopode *Excirolana vancouverensis* coexistait avec *E. estuarius* dans les zones de drainage d'eau douce inondées par de l'eau de mer dans le centre de la zone littorale de la plage. Les isopodes *Excirolana* sont les espèces dominantes représentatives de la zone centrale des plages de sable (Oakden, non daté). Des collectes de *E. estuarius* effectuées dans les parties basses des zones de drainage du centre de la zone littorale de la plage ont permis de noter que *E. vancouverensis* y était courant, mais l'isopode n'a pas été observé dans la partie haute de la zone intertidale. Les isopodes s'enfouissaient dans le premier centimètre des sédiments à marée basse. Une fois la plage inondée par la marée montante, ils sortaient du sable et nageaient rapidement à la recherche de nourriture (Oakden, non daté). Si l'on empêchait les amphipodes de s'enfouir dans le sable et qu'on les maintenait dans l'eau en présence de *E. vancouverensis*, on notait alors que les isopodes s'attaquaient à la surface ventrale des amphipodes. Les amphipodes blessés étaient ensuite entourés par les isopodes qui les attaquaient et les dévoraient. La nature prédatrice de cet isopode est semblable à celle d'autres isopodes *Excirolana* observés à la baie Monterey (Oakden, non daté).

E. estuarius ne semble pas être un bon nageur. Une fois retirés du sable par tamisage et placés dans l'eau des zones de résurgence ou de drainage, ces amphipodes ont tendance à s'enfouir dans le sable le plus rapidement possible. Si le courant est trop rapide et qu'ils ne peuvent s'enfouir, ils dérivent vers des zones peu profondes et plus calmes ou vers des points plus élevés où ils peuvent s'enfouir. On les rencontre aussi dans les berges humides des zones de drainage, à l'extérieur de la zone d'écoulement de l'eau douce, où le substrat est humide et l'air saturé d'eau. Ils peuvent rester emprisonnés dans ces berges au moment de la marée descendante et

y demeurer jusqu'à ce que la plage soit de nouveau inondée par la marée montante.

Il a été trouvé que *Grandifoxus grandis*, un amphipode phoxocéphalidé coexistait avec *E. estuarius* dans la partie inférieure de la zone intertidale de la baie MacKenzie. *G. grandis* pourrait se trouver à la limite inférieure de sa gamme de salinité à cet endroit. Ces spécimens ont été récoltés à marée descendante et l'espèce pourrait bien être plus abondante dans la zone infratidale. L'eau s'écoulant en surface présentait une salinité de 2 parties par mille à cet endroit et des *E. vancouverensis* ont aussi été observés dans la partie inférieure de la zone intertidale.

À l'exception des zones d'amont des lits des ruisseaux d'eau douce plus importants et plus permanents du parc national Pacific Rim (p. ex., ruisseaux Lost Shoe et Sandhill), le régime d'écoulement dans les zones de drainage où l'on trouve des *E. estuarius* change constamment à cause des forces importantes agissant sur l'environnement des plages dégagées et exposées. Ce régime varie en fonction des conditions météorologiques, de l'écoulement et de la marée. La nature fortement variable des zones de drainage fait que seules des hypothèses générales sur la répartition et l'abondance des amphipodes peuvent être formulées pour les zones de drainage étudiées.

Selon le peu de relevés sur le terrain, les populations de *E. estuarius* semblent être stables et se trouver dans des zones de drainage permanentes et pourraient donc être suffisamment importantes pour justifier une collecte destinée à des essais, cela du ruisseau Lost Shoe, de la baie Florencia, aux zones de drainage d'eau douce, non nommées, de la plage Middle.

La collecte d'organismes marins dans le parc national Pacific Rim exige d'obtenir un permis du parc et celle effectuée à l'extérieur du parc suppose d'obtenir un permis de Pêches et Océans Canada. Un permis de transfert doit aussi être obtenu pour le déplacement de poissons ou d'organismes aquatiques tant à l'intérieur que vers l'extérieur de la province de la Colombie-Britannique. Les laboratoires qui reçoivent de tels organismes sont aussi tenus de se conformer à des exigences fédérales et provinciales en matière d'obtention, de rétention et d'élimination d'organismes aquatiques.

3.2 Études des populations

Les dénombrements d'amphipodes effectués à la plage MacKenzie en juin et ceux réalisés au moment des deux collectes effectuées à la plage Middle en juillet et septembre 2002 ont été analysés séparément et des résultats semblables ont été obtenus pour chacun de ces trois prélèvements. Faute de connaissances préalables sur la répartition des amphipodes dans les zones de drainage, un plan d'échantillonnage systématique a été utilisé et seules des analyses statistiques limitées des données ont pu être effectuées. Les valeurs des dénombrements d'amphipodes et de tous les autres paramètres enregistrés ont été présentées sous forme de diagrammes de dispersion afin de déterminer si des parties des zones de drainage constituaient des habitats préférés des amphipodes et ainsi réduire le travail des collectes.

L'analyse exploratoire des diagrammes de dispersion des trois échantillonnages montre que les amphipodes étaient plus nombreux dans les parties les plus basses de la demie supérieure de la zone intertidale des deux zones de drainage, le nombre d'amphipodes décroissant à mesure que l'on remontait le ruisseau. L'isopode prédateur *E. vancouverensis* était aussi plus abondant dans la partie inférieure de la zone de drainage et présentait la même allure de répartition que *E. estuarius* à la plage MacKenzie. Les dénombrements effectués à la plage Middle n'ont pas permis de déceler d'isopodes. Il est cependant possible que les dénombrements effectués à cette plage en juillet et septembre aient été réalisés plus haut sur la plage, et plus près de l'alimentation en eau de la zone de drainage.

3.3 Études en laboratoire

3.3.1 Essais de salinité

La U.S. EPA (1994) mentionne pour *E. estuarius* une gamme de tolérance à la salinité de 2 à 34 parties par mille et précise une gamme d'utilisation limite de 0 à 34 parties par mille pour l'eau sus-jacente. Les essais réalisés dans le cadre de la présente étude ont donné des résultats semblables à ceux obtenus par DeWitt *et al.* (1989), qui ont observé un taux de survie moyen constamment d'au moins 95 % à toutes les salinités utilisées (de 2 à 28 parties par mille) au cours d'une série d'essais

sur sédiments de 10 jours. Notre expérience a donné des résultats semblables. Nous avons obtenu un taux de survie moyen aux salinités utilisées de 94,4 ± 3,8 % et sa valeur a varié de 89,0 % à 99,0 % au cours des essais sur sédiments d'une durée de 10 jours (tableau 1).

TABLEAU 1 : Résultats d'essais de 10 jours de l'effet de la salinité sur des amphipodes *Eohaustorius estuarius* prélevés sur la côte ouest de l'île de Vancouver

Salinité (parties par mille)	Taux de survie moyen ± É.-T. (%)
0	91,0 ± 2,2
5	92,0 ± 4,5
10	96,0 ± 5,5
15	89,0 ± 6,5
20	99,0 ± 2,2
25	98,0 ± 2,7
30	96,0 ± 2,2

L'essai montre que cette population peut servir à l'essai de toxicité des sédiments dont la salinité de l'eau interstitielle va de celle de l'eau douce à celle de l'eau de mer non diluée. Le critère de rendement de cet essai est un taux de survie moyen des témoins de 90 % ou plus (Environnement Canada, 1992). Le taux de survie moyen des amphipodes témoins exposés à une eau de mer de salinité de 15 parties par mille a été de 89 % et cette valeur est légèrement inférieure au critère de rendement permettant de considérer l'essai comme valable. Le taux de survie moyen des autres essais variait de 91 % à 99 %. Une analyse ANOVA à un seul critère des données a montré l'existence d'écarts significatifs ($p = 0,003$) entre les taux de survie moyens des essais. Une comparaison de Bonferroni par paires de données a été effectuée a posteriori et a indiqué des écarts significatifs des taux de survie entre les essais à 15 et à 20 parties par mille et ceux à 15 et à 25 parties par mille, mais aucun écart important pour les autres essais. La courbe du taux de survie en fonction de la salinité et le tableau 1 indiquent un taux de survie plus faible au cours des essais en eau moins salée qui augmente avec la salinité, bien que les écarts ne soient pas significatifs (à l'exception de l'essai à 15 parties par mille). La courbe des taux de survie de chaque groupe d'essais répétés fait état d'une variabilité qui devrait s'expliquer par la variation naturelle, si l'on fait exception de l'essai à 15 parties par mille. Trois des essais répétés à 15 parties par mille indiquaient une baisse de la survie, ce qui porte à croire que cette réduction du taux de survie pourrait s'expliquer par une erreur expérimentale. La variabilité des taux de survie des autres essais était plus aléatoire que celle notée pour l'essai à 15 parties par mille. Les conditions déterminées en laboratoire pour tous les essais (p. ex., pH, température, oxygène dissous, salinité) respectaient les limites imposées. Les analyses statistiques sont présentées dans l'annexe B.

3.3.2 Essais de densité

Les résultats des essais de densité d'organismes (tableau 2) montrent un taux de survie acceptable à toutes les valeurs. Le taux de survie moyen variait de 91,7 % à 96,0 % et la moyenne pour tous les essais était de 93,3 ± 1,7 %. Le taux de survie des amphipodes était le plus élevé à la densité la plus faible (20 organismes par bocal), mais il n'y avait pas d'écart statistique entre cette densité et les autres faisant l'objet des essais, comme le montre une ANOVA à un seul critère ($p = 0,695$). Les résultats montrent que l'on peut obtenir un taux de survie élevé, indépendamment de la densité, pendant des durées atteignant 10 jours et à des densités relativement élevées. Les analyses statistiques sont présentées dans l'annexe B.

TABLEAU 2 : Résultats d'essais de densité de 10 jours d'amphipodes *Eohaustorius estuarius* prélevés sur la côte ouest de l'île de Vancouver

Nombre d'amphipodes par bocal	Taux de survie moyen ± É.-T. (%)
20	96,0 ± 4,2
30	92,0 ± 6,1
40	93,5 ± 8,0
50	93,2 ± 3,0
60	91,7 ± 1,7

4.0 Discussion

4.1 Études sur le terrain

Les études sur le terrain ont permis de confirmer la présence de *E. estuarius* dans l'eau douce des zones de résurgence et de drainage de la zone intertidale de plages de sable dégagées et exposées. L'étude a porté sur une région restreinte de la côte centrale ouest de l'île de Vancouver, de Ucluelet, direction nord, à Tofino. Dans cette région, des *E. estuarius* ont été trouvés dans les zones de drainage d'eau douce des plages de sable dégagées et exposées du parc national Pacific Rim jusqu'à Tofino, mais non dans les zones de drainage qui s'écoulent dans les vasières des sites plus protégés de l'inlet Ucluelet et de la baie Grice.

Dans les zones de drainage où la présence de *E. estuarius* a été décelée, l'amphipode était plus abondant dans les parties inférieures des zones de résurgence ou de drainage examinées, qui correspondent au centre de la zone intertidale, que dans la partie supérieure de la zone intertidale, à proximité de l'amont des zones de drainage. Un nombre plus élevé de *E. estuarius* a été noté dans le centre de la zone intertidale, cela en dépit de la présence d'isopodes prédateurs dans les parties inférieures et plus salées des zones de drainage et d'une possible concurrence accrue de la part de *E. washingtonianus* pour l'habitat et la nourriture. Cela pourrait s'expliquer par la présence d'une grande quantité de matières détritives et d'autres sources de nourriture apportées par le courant descendant dans les zones de drainage. On a tenté de déterminer des caractéristiques de l'habitat présentant une corrélation avec l'abondance des amphipodes, mais, à l'exception de la distance des eaux d'amont, aucune corrélation importante n'a été établie. La faisabilité de collectes dans les zones de drainage d'eau douce où des populations de *E. estuarius* ont été décelées est donc fondée sur l'expérience des collectes dans des sites propres non contaminés et le niveau d'effort nécessaire à l'obtention d'un nombre suffisant d'amphipodes. Selon cette expérience, des amphipodes en nombre suffisant peuvent être récoltés dans les zones de drainage d'eau douce des baies Florencia, Wickinninish et Cox et des plages Chesterman, MacKenzie et Middle; il est cependant à noter que les baies Florencia et Wickinninish se trouvent à l'intérieur de l'unité de gestion de la plage Long du parc national Pacific Rim.

4.2 Études en laboratoire

4.2.1 Essais de salinité

Les publications font état du fait que *E. estuarius* tolère une large gamme de salinités, mais peu d'essais ont été réalisés sur cette population. Il était donc nécessaire de confirmer que les limites fixées par Environnement Canada (1998) pour l'utilisation de ces organismes étaient respectées pour cette population canadienne d'amphipodes. Les essais effectués sur des spécimens prélevés sur les plages Middle et MacKenzie, de la côte ouest de l'île de Vancouver ont montré que ces populations, comme celles d'autres sites, toléraient une large gamme de salinités, comme l'indiquent les publications de l'EPA (1994) et d'Environnement Canada (1992, 1998). La variabilité des taux de survie dans les divers essais était aussi faible.

4.2.2 Essais de densité

Des essais de densité ont été effectués pour déterminer la densité optimale d'organismes pouvant être utilisée pour leur rétention et leur transport vers les laboratoires. Des seaux de 4 litres de polyéthylène de qualité alimentaire et des contenants à sandwich à parois rigides de 250 à 500 mL ont été utilisés pour le transport des amphipodes. Les essais en laboratoire montrent que les amphipodes peuvent être maintenus à des densités relativement élevées sans effet appréciable sur leur survie. De façon générale, nous placions 50 amphipodes par contenant à sandwich afin de pouvoir les dénombrer et d'éviter l'entassement, mais lorsque les organismes sont en bonne santé, un nombre élevé ne semble pas être source de problèmes. Les plus petits contenants sont utilisés

de préférence car ils sont plus faciles à manipuler au moment du transport. Le taux de survie pendant le transport des sites de collecte aux laboratoire d'Environnement Canada a été exceptionnellement élevé n'y ayant que quelques cas de mortalité par contenant.

5.0 Recommandations

Les observations faites pendant les collectes ont montré que *E. estuarius* se rencontrait entre la partie basse et la partie haute de la zone intertidale, mais qu'il semblait plus abondant au centre de la zone. La nourriture pourrait être plus facilement disponible dans la partie basse, mais la prédation par *E. vancouverensis* et la concurrence pour l'habitat et la nourriture par d'autres espèces d'amphipodes, comme *E. washingtonianus* et *R. abronius*, dans la partie inférieure de la zone intertidale et la zone infratidale, peuvent limiter leur répartition dans les parties inférieures des zones de drainage. Il n'y a pas d'isopodes ni d'autres espèces d'amphipodes dans la partie supérieure de la zone intertidale, mais le peu de nourriture pourrait y être un facteur limitant de sorte que l'abondance de *E. estuarius* est faible à cet endroit.

Si les travaux sur le terrain devaient être répétés, bon nombre des caractéristiques des zones de résurgence qui ont été déterminées pourraient être ignorées, mais la longueur des zones de résurgence où les amphipodes ont été dénombrés pourrait être augmentée de façon à inclure le bas et le centre de la zone intertidale.

Étant donné les similitudes entre *E. estuarius* et *E. washingtonianus* et le fait que ces amphipodes coexistent ou peuvent coexister dans les parties les plus basses des zones de drainage, il est recommandé de procéder à une identification certaine de l'espèce. Si des amphipodes sont dénombrés dans les parties basses d'une zone de drainage, il faudra alors procéder à l'identification au moment du comptage. Cela pourrait cependant ne pas s'avérer pratique étant donné le temps nécessaire à l'identification et la nécessité de procéder au dénombrement entre les changements de marées car celles-ci ont pour effet de mélanger et de déplacer le sable. L'isopode *E. vancouverensis* devrait aussi être énuméré car la présence et l'abondance de ce prédateur peuvent aussi limiter la répartition et l'abondance de *E. estuarius*.

Il est recommandé, si *E. estuarius* est récolté à des fins d'essais de toxicité des sédiments, que les collectes soient limitées aux zones d'amont d'eau douce afin de s'assurer que les récoltes ne contiennent que cette espèce. Mais si des *E. estuarius* sont récoltés dans les parties inférieures des zones de drainage, les amphipodes devraient être placés dans de l'eau douce pendant un certain temps avant de les acclimater à l'eau de mer et de les utiliser pour les essais, cela pour garantir que seuls des *E. estuarius* servent aux essais. La rétention des amphipodes permettra aussi de réduire la possibilité que des individus blessés par la prédation des isopodes ne soient utilisés. Si l'identité des amphipodes récoltés est incertaine, une identification taxonomique de spécimens de référence devrait être faite par un taxonomiste qualifié. Et si des amphipodes sont récoltés dans des endroits n'ayant pas fait l'objet de récoltes destinées à des essais de toxicité des sédiments, les sédiments de ces lieux devraient faire l'objet d'une caractérisation chimique pour garantir que les individus récoltés proviennent d'un lieu propre et non contaminé.

Les études en laboratoire de cette population d'amphipodes ont permis de confirmer la gamme de tolérance à la salinité indiquée pour cette espèce et les essais de densité ont montré que l'on obtient un taux de survie acceptable à des densités d'individus élevées par récipient de transport.

Nous avons observé, au moment de la répartition des amphipodes dans les récipients de transport, qu'ils avaient tendance à se rassembler au fond des contenants, indépendamment de la quantité de sable placé dans les contenants. Il serait donc utile de déterminer si les amphipodes tendent à s'enfouir à une profondeur particulière ou si

ce comportement s'explique par des facteurs tels que la disponibilité de la nourriture ou la température des sédiments ou de l'eau, ou si leur stratification dans la colonne de sable s'explique par d'autres facteurs. Ce phénomène peut être étudié en effectuant des carottages sur le terrain pour déterminer la profondeur d'enfouissement des amphipodes et en réalisant des expériences en laboratoire à l'aide de colonnes remplies de sable pour déterminer s'il existe une profondeur d'enfouissement préférée lorsque celle-ci n'est pas limitée aux 2 cm de sable normalement utilisés pour les essais standard de létalité aiguë des sédiments pour les amphipodes.

6.0 Bibliographie

Bousfield, E.L. et P. Hoover. 1995. The amphipod superfamily Pontoporeioidea on the Pacific coast of North America. I. Family Haustoriidiae. Genus *Eohaustorius* J.L. Barnard: Systematics and distributional ecology. Amphipacifica 2(1): 35–63.

DeWitt, T.H., R.C. Swartz et J.O. Lambertson. 1989. Measuring the acute toxicity of estuarine sediments. Environ. Toxicol. Chem. 8:1035–1048.

Environnement Canada. 1992. Méthode d'essai biologique : essai de toxicité aiguë de sédiments chez des amphipodes marins ou estuariens. 1992. Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa, Ontario. Rapport SPE 1/RM/26. Décembre 1992, incluant les modifications d'octobre 1998.

Environnement Canada. 1998. Méthode d'essai biologique : méthode de référence pour la détermination de la létalité aiguë d'un sédiment pour des amphipodes marins ou estuariens. 1998. Section Développement et application de méthodes, Centre de technologie environnementale, Environnement Canada, Ottawa, Ontario. Rapport SPE 1/RM/35. Décembre 1998.

Lee, D.L., K.G. Doe et G.C. van Aggelen. 2002. Assessment of sensitivities of two populations of the amphipod, *Eohaustorius estuarius* [poster presentation]. In Eichkoff, C.V., G.C. van Aggelen et A.J. Niimi (éd.), Proceedings of the 29th annual aquatic toxicity workshop: October 21–23, 2002, Whistler, Colombie-Britannique. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2438:139.

Oakden, J. Non daté. Sandy beaches. *In* Monterey Bay National Marine Sanctuary site characterization (disponible à : http://bonita.mbnms.nos.noaa.gov/sitechar/sandy3.html).

SYSTAT Software Inc. 2002. SYSTAT 10.2. Richmond, Californie.

EPA. 1994. Methods for assessing the toxicity of sediment-associated contaminants with estuarine and marine amphipods. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Narragansett, Rhode Island. Rapport EPA 600/R-94/025. Juin 1994.

West Inc. et D. Gulley. 1996. TOXSTAT version 3.5. Western EcoSystems Technology Inc. Cheyenne, Wyoming.

7.0 Remerciements

La présente étude a été réalisée de pair avec d'autres études financées par le Fonds de recherche sur l'immersion en mer géré par la Division des programmes de protection du milieu marin de la Direction du milieu marin d'Environnement Canada. John Macintosh et Silva Johansson de Parcs Canada et Patrimoine canadien ont fourni les cartes et d'autres renseignements sur la région de la plage Long du parc national Pacific Rim et nous les en remercions. Cecilia Wong, Dixie Sullivan et Jonathon Malko de la Région du Pacifique et du Yukon d'Environnement Canada ont collaboré aux relevés sur le terrain. La vérification de l'identification des amphipodes et d'autres invertébrés marins a été effectuée par Phil Hoover de Biologica Environmental Services, Victoria (C.-B.) et l'identification d'autres amphipodes (*G. grandis*) et la vérification des spécimens de *E. estuarius* provenant de la plage Tonquin ont été faites par Patrick Shaw d'Environnement Canada. Les essais de toxicité réalisés dans le cadre de la présente étude ont été effectués par le personnel de toxicologie environnementale du Centre des sciences de l'environnement du Pacifique d'Environnement Canada à North Vancouver (C.-B.). Nous remercions M. Bruce Leaman, Ph.D., de la Commission internationale du flétan du Pacifique, de ses conseils pour l'étude sur le terrain et les analyses des données et d'avoir revu le rapport. Le rapport a aussi été revu par Linda Porebski, Ken Doe et Al Colodey d'Environnement Canada.

Annexe A : Figures et photographies

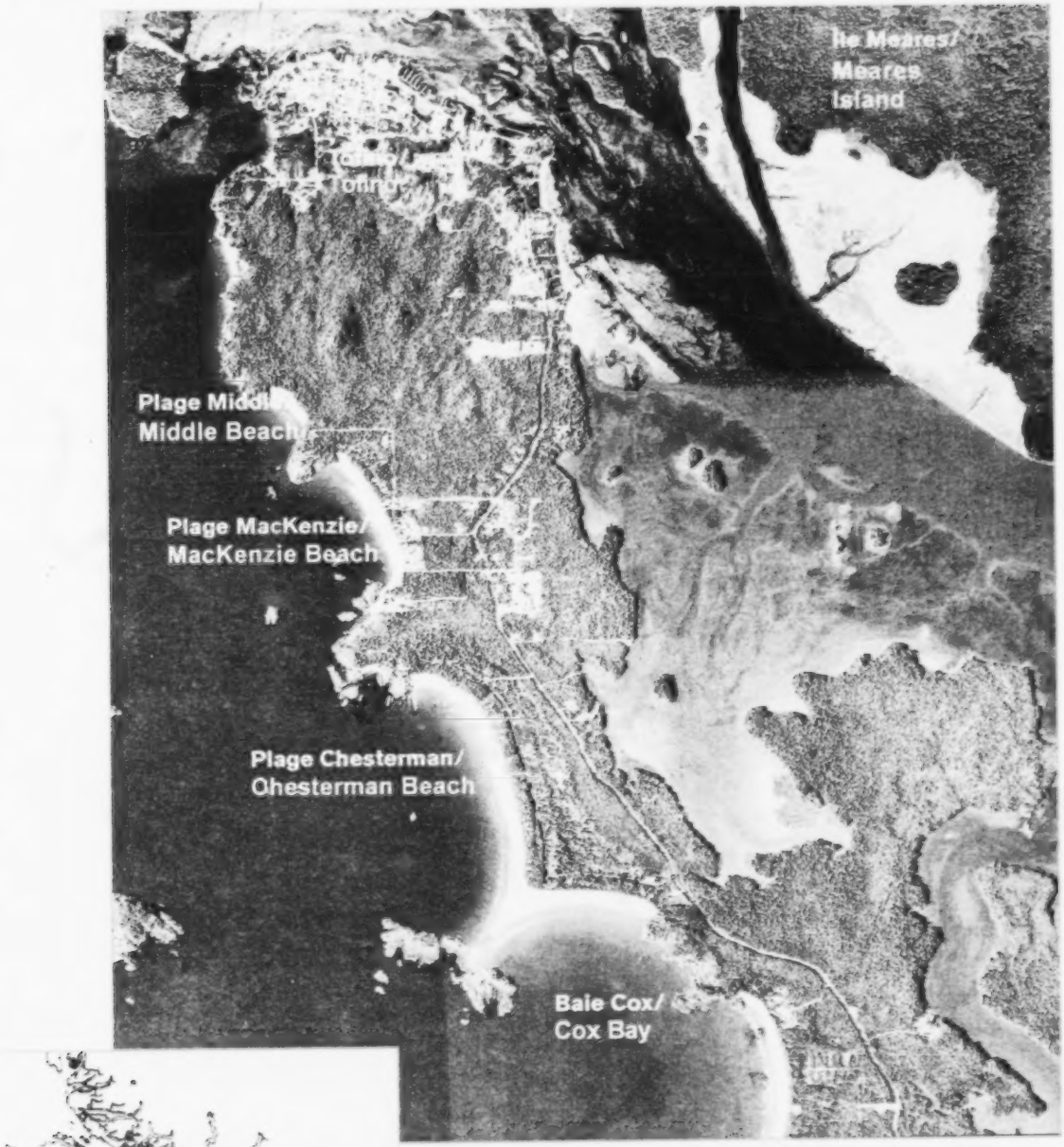


FIGURE 1 : Partie nord de la zone d'étude et sites de collecte sur la côte ouest de l'île de Vancouver.

Photo : © Stewart Yee, Environnement Canada

FIGURE 2 : *Eohaustorius estuarius* adulte.

Photo : © Deanna Lee, Environnement Canada

FIGURE 3 : *Eohaustorius estuarius* se rencontre généralement dans le sable des zones de drainage intertidales où il y a débordement d'eau douce.

Photo : © Deanna Lee, Environnement Canada

FIGURE 4 : Ruisseau Sandhill de la baie Wickaninnish dans le parc national Pacific Rim. Il s'agit de la plus grande zone de drainage d'eau douce de l'aire étudiée et l'on y trouve d'importantes populations de *E. estuarius*.

Photo : © Deanna Lee, Environnement Canada

FIGURE 5 : Les parties basses des zones d'infiltration d'eau douce où l'on rencontre cette espèce d'amphipode sont généralement des zones de drainage de faible énergie où de faibles écoulements s'étalent sur le sable intertidal.

Photo : © Cecilia Wong, Environnement Canada

FIGURE 6 : Les *E. estuarius* se trouvent dans les rigoles du sable saturé d'eau. Ils ne sont pas de bons nageurs et tendent à être entraînés par le courant jusqu'à des zones surélevées de sable saturé d'eau, des zones de dépôt ou des courbes dans la zone de drainage d'eau douce où ils peuvent s'enfouir.

Photo : © Deanna Lee, Environnement Canada

FIGURE 7 : Les zones de drainage d'eau douce ont été délimitées et le nombre d'amphipodes par cinq prélèvements de un litre par parcelle de 0,5 mètre carré a été déterminé pour en estimer la concentration. La partie « d'amont » des zones de drainage d'eau douce est généralement constituée de sable recouvert de gravier et de galets. Aux endroits inondés par l'eau de mer des parties inférieures des zones de drainage, l'espèce cohabite avec un autre amphipode eohaustoriidé très apparenté, *Eohaustorius washingtonianus*, et un isopode, *Excircolana vancouverensis*.

Photo : © Dave Sullivan, Environnement Canada

FIGURE 8 : Les amphipodes sont extraits du sable par tamisage manuel et classés à l'aide d'une pipette. Ici, les spécimens sont récoltés en vue de leur identification.

Annexe B : Analyses des données

POUR OBTENIR DES COPIES DE L'ANNEXE B, COMMUNIQUER AVEC :

Environnement Canada
Programmes de protection du milieu marin
351 boulevard St-Joseph, 12e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : (819) 953-4341
Télécopieur : (819) 953-0913

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS ET QUESTIONS SPÉCIFIQUES, COMMUNIQUER AVEC L'AUTEURE :

Deanna L. Lee
Environnement Canada
Région du Pacifique et du Yukon
Direction de la protection de l'environnement
201 – 401 rue Burrard
Vancouver (C.-B.) V6C 3S5
Courriel : deanna.lee@ec.gc.ca

Série de la protection de l'environnement

SPE | 1 / CC / 4

- 4 — Numéro de rapport portant l'identification 1/CC/4
- CC — Code de sujet
- 1 — Catégorie de rapport
- SPE — Série de la Protection de l'environnement

Catégories

1 Règlement/Lignes directrices/Codes de pratiques
2 Évaluation des problèmes et options de contrôle
3 Recherche et développement technologique
4 Revues de la documentation
5 Inventaires, examens et enquêtes
6 Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7 Surveillance
8 Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9 Guides

Sujets

AG	Agriculture
AN	Technologie anaérobie
AP	Pollution atmosphérique
AT	Toxicité aquatique
BT	Biotechnologie
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et environnement
CI	Industries chimiques
FA	Activités fédérales
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Produits chimiques inorganiques
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions nordiques et rurales
PF	Papier et fibres
PG	Production d'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
RA	Réfrigération et conditionnement d'air
RM	Méthodes de référence
SF	Traitement des surfaces
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthodes de référence normalisées
TS	Transports
TX	Textiles
UP	Pollution urbaine
WP	Protection et préservation du bois

Des sujets et des codes supplémentaires sont ajoutés au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.